



Sel Punca : Karakteristik, Potensi dan Aplikasinya

Budiman Hartono

Staf Pengajar Bagian Biologi Fakultas Kedokteran Ukrida
Alamat Korespondensi: budimanhrtn@yahoo.com

Abstrak

Stem cell (Sel punca) merupakan sel yang belum terspesialisasi dan memiliki karakteristik yang berbeda dengan sel tubuh lainnya. Salah satu karakteristik dasar yang dimiliki oleh sel punca adalah tidak mempunyai struktur jaringan yang spesifik untuk melakukan fungsi tertentu. Berdasarkan potensinya, sel punca selain mampu memperbanyak diri juga mempunyai kemampuan untuk membentuk sel yang terspesialisasi. Keunikan dari karakteristik sel punca ini memberikan harapan baru untuk mengobati penyakit terutama penyakit degeneratif.

Kata kunci: Sel punca, karakteristik, potensi

Stem cell : Charateristics, Its Potency and Application

Abstract

Stem cell is an unspecialized cell and has different characteristics with other body cells. One of the basic characteristics possessed by Stem cell is not having a specific structure to perform specific functions. Based on these abilities, Stem cells besides being able to reproduce themselves, stem cells also have the ability to form specialized cells. The uniqueness of stem cell gives new hope as an alternative therapy or cells therapy for various types especially degenerative diseases.

Keywords: *stem cell, characteristics, potential*

Pendahuluan

Istilah *stem cell* atau sel punca diperkenalkan pertama kali oleh ahli histologi asal Rusia, Alex Ander Maksimov (1874-1928), pada kongres hematologi tahun 1908 di Berlin. Alex Ander Maksimov mengatakan bahwa didalam tubuh ada sel induk yang membentuk sel sel darah. Pada tahun 1978 teori dari Alex Ander Maksimov terbukti dengan ditemukannya sel punca di sumsum tulang belakang manusia yang mempunyai kemampuan untuk membentuk seluruh jenis sel darah yang ada dalam tubuh manusia.¹ Pada tahun 1981, sel punca yang berasal dari embrio pertama kali di isolasi oleh Gail, university of California, San Fransisco dan Martin Evans, University of Cambridge. Pada tanggal 5 November 1998, penelitian di University of Wisconsin dan John Hopkins University melaporkan sel punca yang

diisolasi dari embrio manusia memiliki potensi untuk tumbuh menjadi berbagai tipe sel dan dapat dipergunakan untuk menggantikan sel sel tubuh yang rusak. Pada tahun 2007, Mario Capecchi, Martin Evans, dan Oliver Smithies memperoleh Hadiah Nobel Kedokteran untuk riset mereka mengubah gen-gen tertentu pada mencit menggunakan sel punca embrionik hewan ini.² Penelitian sel punca terus dikembangkan untuk berbagai jenis terapi penyakit, khususnya penyakit degeneratif, hingga kini banyak negara di dunia telah menggunakan terapi sel punca sebagai pilihan pengobatan bagi penyakit kelainan hematologi maupun penyakit degeneratif.³ Beberapa rumah sakit di Indonesia juga terus mengembangkan penelitian serta mulai menerapkan terapi sel punca.

Pengertian Sel Punca dan Karakteristiknya

Pada awal kehidupan, manusia terbentuk dari 2 sel yaitu, sel spermatozoa dan sel ovum. Pada fertilisasi spermatozoa dan sel ovum melebur menjadi satu sel dan kemudian membelah menjadi 2 sel, 4 sel, 8 sel, 16 sel dan seterusnya. Sel sel tersebut berdiferensiasi, terspesifikasi dan berkembang menjadi organ tubuh manusia. Sel yang belum berdiferensiasi dan mempunyai kemampuan untuk berkembang menjadi sel lain yang berbeda, dinamakan sel punca.

Arti dari kata *stem cell* adalah *stem* berarti batang; *cell* berarti sel, sel punca adalah sel yang menjadi awal mula dari pertumbuhan sel lain yang menyusun keseluruhan tubuh organisme, termasuk manusia. Seperti batang pada pohon yang menjadi tumpuan bagi pertumbuhan ranting dan daunnya, sel punca juga merupakan awal dari pembentukan berbagai jenis sel penyusun tubuh.⁴

Sel punca merupakan sel dari embrio, fetus, atau sel dewasa yang mempunyai kemampuan untuk memperbanyak diri sendiri dalam jangka waktu yang lama, belum memiliki fungsi yang spesifik, dan mampu berdiferensiasi menjadi tipe sel tertentu yang membangun sistem jaringan dan organ dalam tubuh.⁵

Padanan kata *stem cell* dalam bahasa Indonesia antara lain: sel punca, sel induk, sel dasar, sel stem, sel tunas, sel promordial, dan sel batang. Hasil konsultasi Komisi Bioetika Nasional (KBN) dengan Pusat Bahasa diusulkan bahwa istilah sel punca atau sel batang sebagai padanan baku Bahasa Indonesia untuk *stem cell*. Selanjutnya, KBN memilih sel punca sebagai padanan baku untuk *stem cell* dalam Bahasa Indonesia.⁶

Sel punca mempunyai karakteristik:

1. Mempunyai kemampuan untuk berdiferensiasi. Sebagian besar sel dalam tubuh mempunyai bentuk dan fungsi yang tidak dapat diubah. Sebagai contoh, sel saraf sudah berkembang sedemikian rupa sehingga mempunyai bentuk dan fungsi yang khusus dan tidak dapat diubah bentuk dan fungsinya menjadi sel lain. Sel punca mempunyai karakteristik yang berbeda dengan sel tubuh yang sudah matang, sel punca merupakan sel yang berada pada stadium awal perkembangan sel, belum mempunyai bentuk dan fungsi yang

khusus. Sel punca mampu berkembang (berdiferensiasi) menjadi sel yang lainnya. Dalam hal ini sel punca mampu berkembang menjadi berbagai jenis sel matang, misalnya sel saraf, sel otot jantung, sel otot rangka, sel pankreas, dan lain-lain.

2. Kemampuan untuk memperbaharui atau meregenerasi dirinya sendiri (*self-regenerate/self-renew*). Dalam hal ini *sel punca* mempunyai kemampuan untuk dapat membuat salinan sel yang persis sama dengan dirinya melalui pembelahan sel.⁷

Berdasarkan Potensi atau Kemampuan Berdiferensiasi^{8,9}

Berdasarkan pada kemampuannya untuk berdiferensiasi sel punca dapat dikelompokkan menjadi:

1. *Totipotent*. Sel punca yang mempunyai kemampuan untuk berdiferensiasi menjadi semua jenis sel. Sel punca ini merupakan sel embrionik awal yang masih mempunyai kemampuan untuk membentuk berbagai jenis sel. Sel punca jenis ini mempunyai kemampuan untuk membentuk satu individu yang utuh. Adapun yang termasuk dalam sel punca dengan kemampuan *totipotent* adalah zigot dan morula.

2. *Pluripotent*. Sel punca yang mempunyai kemampuan untuk berdiferensiasi menjadi 3 lapisan embrional: ektoderm, mesoderm, dan endoderm, tapi tidak dapat menjadi jaringan ekstra embrionik seperti plasenta dan tali pusat. Adapun yang termasuk sel punca *pluripotent* adalah sel pada *innercell mass* pada stadium *Blastocyst. embryonic* sel punca yang didapat dari *inner cell mass*, mempunyai kapasitas untuk berdiferensiasi secara *in vitro* menjadi semua sel somatik.

3. *Multipotent*. Sel punca yang dapat berdiferensiasi menjadi berbagai jenis sel. Sebagai contoh, *hemopoietic stem cell* yang terdapat pada sumsum tulang mempunyai kemampuan untuk berdiferensiasi menjadi berbagai jenis sel darah seperti eritrosit, leukosit dan trombosit. Contoh lainnya *neural stem cell* mempunyai kemampuan berdiferensiasi menjadi sel saraf dan sel glia. Pada jaringan dewasa, sel punca multipoten terdapat pada jaringan dan organ untuk menggantikan sel yang hilang atau terluka.

4. *Unipotent*. Sel punca yang hanya dapat menghasilkan satu jenis sel. Tetapi berbeda dengan non-sel punca, sel punca unipoten

mempunyai sifat dapat memperbaharui atau meregenerasi diri (*self-regenerate/self-renew*)

Berdasarkan Sumbernya

Berdasarkan sumbernya, sel punca dibagi menjadi dua jenis, yaitu *embryonic stem cell* dan *adult stem cell* yang masing-masing mempunyai fungsi dan karakter yang berbeda.

1) *Embryonic stem cell*. Sel punca ini berasal dari *inner cell mass* pada *blastocyst* (stadium embrio yang terdiri dari 50 – 150 sel, kira-kira hari ke-5 pasca pembuahan). *Embryonic stem cell* biasanya didapatkan dari sisa embrio yang tidak terpakai pada *IVF* (*in vitro fertilization*). Penelitian dengan menggunakan *embryonic stem cell* masih terbatas karena isu etik. Tapi saat ini telah dikembangkan teknik pengambilan *embryonic stem cell* yang tidak membahayakan embrio tersebut, sehingga dapat terus hidup dan bertumbuh. Untuk masa depan hal ini mungkin dapat mengurangi kontroversi etik terhadap *embryonic stem cell*.

2) *Adult stem cell*. Diambil dari jaringan dewasa, antara lain dari:

- Sumsum tulang.

Ada 2 jenis sel punca dari sumsum tulang:

– *hematopoietic stem cell*. Selain dari darah tali pusat dan dari sumsum tulang, *hematopoietic stem cell* dapat diperoleh juga dari darah tepi.

– *stromal stem cell* atau disebut juga *stem cell*.

- Jaringan lain pada dewasa seperti pada:

susunan saraf pusat, adiposit (jaringan lemak), otot rangka, pankreas.

Adult stem cell mempunyai sifat plastis, artinya selain berdiferensiasi menjadi sel yang sesuai dengan jaringan asalnya, *adult stem cell* juga dapat berdiferensiasi menjadi sel jaringan lain. Misalnya: *neural stem cell* dapat berubah menjadi sel darah, atau *stromal stem cell* dari sumsum tulang dapat berubah menjadi sel otot jantung, dan sebagainya.^{8,10}

Potensi Sel Punca pada Penggunaan Sebagian Kecil Penyakit.

Sel Punca untuk Diabetes

Pada diabetes, terjadi karena sel sel yang terdapat pada pulau langerhans kelenjar pankreas mengalami kerusakan. Dalam hal ini transplantasi sel pulau langerhans diharapkan dapat memenuhi kebutuhan insulin. Pada 10

tahun yang lalu, transplantasi sel pulau Langerhans tingkat keberhasilan hanya 8% yang berhasil. Hal ini disebabkan oleh karena reaksi penolakan terhadap sel transplantasi sangat besar sehingga diperlukan steroid dalam jumlah besar; padahal makin besar steroid yang dibutuhkan, makin besar pula kebutuhan metabolik pada sel penghasil insulin. Belum lama ini James Shapiro dkk. di Kanada berhasil melakukan penelitian membuat protokol transplantasi sel pulau langerhans dalam jumlah banyak dengan metode imunosupresi yang berbeda dengan yang sebelumnya. Pada penelitian tersebut, setahun setelah transplantasi 100% pasien yang diterapi, sel pulau langerhans pankreas tidak memerlukan injeksi insulin lagi dan gula darahnya tetap normal.⁸

Sel Punca untuk Skin Replacement

Dengan bertambahnya penelitian penelitian yang semakin maju mengenai sel punca, maka saat ini peneliti telah dapat membuat epidermis dari keratinosit yang diperoleh dari folikel rambut yang dicabut. Penelitian ini memungkinkan transplantasi epidermis autolog, sehingga dapat menghindari masalah penolakan. Pemakaian *skin replacement* ini bermanfaat dalam terapi ulkus vena ataupun luka bakar.⁸

Sel Punca untuk Penyakit Parkinson

Pada pasien penderita Parkinson, ditemukan kematian neuron-neuron nigra-striatal, yang merupakan neuron dopaminergik. Dopamin merupakan neurotransmitter yang mempunyai peran dalam gerakan tubuh yang halus. Dengan berkurangnya dopamin, maka pada pasien penderita Parkinson ditemukan gejala-gejala gangguan gerakan halus. Pada transplantasi neuron dopamin diharapkan dapat memperbaiki gejala pada penderita penyakit Parkinson. Pada penelitian yang dilakukan pada tahun 2001, dilakukan penelitian dengan menggunakan jaringan mesensefalik embrio manusia yang mengandung neuron-neuron dopamin. Setelah transplantasi ditemukan perbaikan dalam uji-uji standar untuk menilai penyakit Parkinson, peningkatan fungsi neuron dopamin yang tampak pada pemeriksaan PET (*Positron Emission Tomography*). Perbaikan yang bermakna ini lebih tampak pada

penderita muda. Namun setelah 1 tahun, 15% dari pasien Parkinson yang ditransplantasi mengalami kekambuhan setelah dosis levodopa dikurangi atau dihentikan.⁸

Sel Punca untuk Stroke

Pada pasien penderita stroke terjadi kematian sel-sel otak, maka hal ini akan menimbulkan kecacatan permanen karena sel otak tidak mempunyai kemampuan regenerasi. Seiring berkembang pesatnya pengetahuan mengenai sel punca, para pakar menemukan adanya plastisitas pada sel-sel otak. Pada penelitian yang menggunakan sel punca dari darah tali pusat manusia yang kemudian diberikan secara intravena kepada tikus yang sebelumnya arteri serebri medianya dioklusi menunjukkan hasil yang menggembirakan. Hasil penelitian memperlihatkan adanya pengurangan volume lesi sebanyak 40% dan 70% kemampuan kembali ke fungsi normal. Pada kelompok yang ditransplantasi sel punca yang berasal dari darah tali pusat memperlihatkan pemulihan fungsional dibandingkan dengan kelompok kontrol.^{8,11}

Sel punca untuk Penyakit Jantung

Penelitian sel punca terkini membuktikan bahwa *adult stem cell* dan *embryonic stem cell* dapat menggantikan sel otot jantung yang rusak dan memberikan pembuluh darah baru. Pada penelitiannya, Strauer dkk. mencangkok *mononuclear bone marrow cell*. Sepuluh pasien yang diberi sel punca, area infarknya menjadi lebih kecil dan indeks volume stroke, *left ventricular end-systolic volume*, kontraktilitas area infark, dan perfusi miokard menunjukkan perbaikan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Sedangkan pada penelitian Perin dkk. memberikan transplantasi *bone marrow mononuclear cells* yang diinjeksikan 14 pasien gagal jantung iskemik kronik berat menunjukkan penurunan defek yang signifikan dan perbaikan fungsi sistolik ventrikel kiri global pada pasien yang diterapi.^{8,11}

Kesimpulan

Meningkatnya penelitian terhadap sel punca dalam beberapa dekade terakhir, hal ini disebabkan karena potensi sel punca yang sangat menjanjikan. Sel punca mempunyai

karakteristik yang unik dibandingkan dengan sel lain yang menyusun tubuh manusia. Karakteristik sel punca memberikan peluang dan harapan untuk mengobati berbagai penyakit-penyakit degeneratif.

Daftar Pustaka

1. Nurcahyo, H. Teknologi: Sel punca transgenik sebagai alternative terapi penyakit. Prosiding Seminar Nasional Penelitian (2009).
2. Djauhari, T. Sel punca. *ejournal.umm*. Vol 6, No 13 (2010)
3. Rosenstrauch D, Ponglajen G, Zidar N, Gregoric I. 2005. Stem cell therapy for ischemic heart failure. *Heart Inst J*;32:339-347
4. Halim D, Murti H, Sandra F, Boediono A, Djuwantono T, Setiawan B. 2010. Stem cell: dasar teori dan aplikasi Klinis. Penerbit Erlangga, Jakarta.
5. Rantam FA, Ferdiansyah, Nasronudin, Purwati. 2009. Stem cell exploration method of isolation and culture.
6. Soenarso WS, Rahayu EC, Sriharjo S. 2007. Prospek dan tinjauan bioetik pengembangan teknologi kloning sel punca untuk terapi di bidang kedokteran. Deputi Bidang Pengembangan Sistem Iptek Nasional. Kementrian Negara Riset dan Teknologi, Jakarta.
7. Alwi, I. Perkembangan terapi sel punca (stem cell) pada penyakit jantung: masa kini dan harapan masa depan. *Medica Hospitalia* 2012; vol 1 (2):71-79.
8. Saputra, V. Dasar-dasar stem cell dan potensi aplikasinya dalam ilmu kedokteran. *Cermin Dunia Kedokteran* 2006 No. 153, 21-25
9. Wobus AM, Boheler KR. 2005. Embryonic stem cells: prospects for developmental biology and cell therapy.
10. Widowati, W, Widyanto, RM. Sel punca sebagai transformasi alternatif terapi. *Zenit*. Volume 2 Nomor 1 April 2013.
11. Aulia, A. Aspek dasar sel punca embrionik (embryonic stem cells) dan potensi pengembangannya. Dipresentasikan pada diskusi panel Realitas baru dan prospek perkembangan seputar terapi sel punca (stem cell), R. Rapat PB IDI, Jakarta, Sabtu 24 Mei 2008